

**МИГРАЦИЯ ФОСФОРА МЕЖДУ СОСНОЙ** (*Pinus silvestris* L.)  
**И ЛЮПИНОМ** (*Lupinus polyphyllus* Lindl.)

Л. И. ЛАХТАНОВА

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Взаимное влияние растений как внутри вида, так и между растениями разных видов можно правильно понять только на основе всестороннего исследования корневого питания растений в чистых и смешанных культурах. Опытами ряда исследователей (Ахромейко, 1936; Сукачев, 1953; Рахтеенко, 1963; Кунц и Рикер, 1955; и др.) установлено, что важное значение в жизни растений и их взаимоотношениях в фитоценозах имеют корневые выделения.

Для лесоводства большой интерес представляет изучение миграции элементов питания между древесными растениями и многолетним люпином. Исследованиями Жилкина (1951, 1965), Поджарова (1958), Григорьева (1963), Рихтера (1966) и других установлено, что люпин существенно улучшает рост сосны. Однако природа и механизм взаимодействия сосны с люпином до сих пор изучены еще недостаточно.

Мы поставили целью изучить передачу элементов питания между сосной и люпином при взаимном контакте их корневых систем. В качестве индикатора был взят радиоактивный фосфор в виде  $\text{KN}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$ . Известно, что фосфор — это один из важнейших элементов питания для древесных растений.

Исследования проводились в течение 1966 г. в песчаных культурах под руководством профессора Б. Д. Жилкина.

Меченый фосфор вводился в подопытные растения двумя способами: через изолированные пряди корней и путем смачивания хвои сосны и листьев люпина. С этой целью вегетационный опыт был поставлен в двух сериях: одна предназначалась для введения меченого фосфора через изолированные пряди корней, вторая — для введения меченого фосфора некорневым путем.

Для закладки первой серии опыта жестяные прямоугольной формы сосуды набивались хорошо промытым речным песком и ставились парно. В подготовленные сосуды высаживались однолетние сеянцы сосны и люпина, причем в каждую пару сосудов высаживалось по три растения, из них одно растение высаживалось так, чтобы его корневая система равномерно распределялась в двух смежных сосудах. Для этого сеянцы подбирались с раздвоенной корневой системой в виде вилки.

Опыт проводился в четырех вариантах: в первом варианте в обоих сосудах высаживалась только сосна, во втором — на стенки смежных сосудов высаживалась сосна, а в сосуд — сосна и люпин; в третьем — на стенки сосудов высаживался люпин, а в смежный сосуд — сосна и люпин; в четвертом — чистый люпин. Повторность опыта четырехкратная.

Вторая серия опытов с введением меченого фосфора некорневым путем ставилась в глиняных сосудах емкостью по 5 кг песка. В каж-

дом сосуде высаживалось по три растения в таких же вариантах, как и в первой серии опытов. Повторность опыта также четырехкратная.

В течение вегетационного периода подопытные растения в обоих опытах регулярно подкармливались питательной смесью Д. Н. Прянишникова один раз в 10 дней (по 0,1 нормы). Влажность песка в сосудах поддерживалась в размере 60% от полной влагоемкости.

Через 20—25 дней хорошо окрепшие растения подкармливались радиоактивным фосфором. Опыт по введению меченого фосфора проводился в разные сроки вегетационного периода, приуроченные к разным фазам развития растений: 22 июня — в фазу полного охвоения сосны и интенсивного роста листьев у люпина; 23 июля — в период окончания роста верхних и боковых побегов у сосны и ослабления роста листьев у люпина; 24 августа — в фазу одревеснения побегов у сосны и увядания листьев у люпина и 25 сентября — в конце вегетационного периода.

В первой серии опытов радиоактивный фосфор вводился в сосуд с изолированной корневой прядью из расчета 0,1 мккюри на 1 г песка. Во избежание передвижения меченого фосфора по поверхности корневых тяжей вилка скелетных корней на расстоянии 3—5 см от разветвления смазывалась вазелином. Подопытные растения выдерживались в радиоактивном песке трое суток, после чего они срезались. Надземная часть у сосны разделялась на хвою и стволы, а у люпина надземная часть бралась в целом (стебли и листья вместе). Причем, та часть корней, которая находилась в радиоактивном песке для анализа не бралась.

Части растений высушивались до постоянного веса, затем растирались в порошок. Для анализа брались навески по 50 мг. Радиоактивность образцов определялась на установке типа Б-2 при помощи торцевого счетчика СИ-3Б. Активность каждого образца измерялась трижды. Для получения сравнимых данных радиоактивность образцов исчислялась количеством импульсов в минуту на 1 г сухого вещества. При исчислении активности вводились поправки на фон и радиоактивный распад. Интенсивность передачи меченого фосфора от сосны к люпину и наоборот устанавливалась по радиоактивности образцов растений.

Меченый фосфор во второй серии опытов вводился через хвою сосны и листья люпина. В каждом сосуде в одном случае радиоактивным фосфором подкармливалась только сосна, а в другом наоборот — только люпин. Надземная часть растений, в которые вводился меченый фосфор, предварительно помещалась в конические колбочки. Меченый фосфор наносился пипеткой на хвою и листья непосредственно в колбочке. Каждому растению давали по 10 мккюри (удельная активность раствора бралась 3,3 мккюри). Подопытные растения выдерживались в радиоактивном фосфоре также трое суток, после чего они срезались, разделялись на части, высушивались и анализировались. Образцы проб из надземной части растения, обработанной меченым фосфором, не брались.

Радиоактивность образцов определялась, как и в первом опыте.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Из полученных данных видно, что передача меченого фосфора из растения в растение происходит довольно активно как между растениями, относящимися к одному виду, так и к разным. Однако следует отметить, что интенсивность передачи меченого фосфора у растений лю-

Миграция меченого фосфора между сосной и люпином.  
Радиоактивность, имп/мин на 1 г сухого вещества

Дата постановки опыта	Вариант опыта	Растение, через которое вводили $P^{32}$	Его радиоактивность	Соседние растения, в которых определялся $P^{32}$	Их радиоактивность	Дата постановки опыта	Вариант опыта	Растение, через которое вводили $P^{32}$	Его радиоактивность	Соседние растения, в которых определялся $P^{32}$	Их радиоактивность
Радиоактивный фосфор вводился через изолированную прядь корней						Радиоактивный фосфор вводился некорневым путем					
22/VI	ССС	Сосна	1103	Сосна	243	22/VI	ССС	Сосна	360	Сосна	185
	СЛС	Сосна	945	Люпин	213		СЛС	Сосна	360	Сосна	158
	ЛСЛ	Люпин	55617	Сосна	283		ЛСЛ	Люпин	23160	Люпин	255
	ЛЛЛ	Люпин	49304	Сосна	143		ЛЛЛ	Люпин	29700	Сосна	73
23/VII	ССС	Сосна	5068	Сосна	239	23/VII	ССС	Сосна	587	Сосна	128
	СЛС	Сосна	7472	Люпин	396		СЛС	Сосна	763	Люпин	289
	ЛСА	Люпин	43544	Сосна	218		ЛСЛ	Люпин	1320	Сосна	149
	ЛЛЛ	Люпин	39426	Люпин	235		ЛЛЛ	Люпин	813	Люпин	155
24/VIII	ССС	Сосна	2316	Сосна	92	24/IX	ССС	Сосна	267	Сосна	65
	СЛС	Сосна	5154	Сосна	74		СЛС	Сосна	300	Сосна	61
	ЛСЛ	Люпин	3540	Люпин	188		ЛСЛ	Люпин	18140	Люпин	137
	ЛЛЛ	Люпин	5544	Сосна	104		ЛЛЛ	Люпин	9480	Сосна	113
25/IX	ССС	Сосна	507	Сосна	286	25/IX	ССС	Сосна	507	Сосна	172
	СЛС	Сосна	1439	Люпин	545		СЛС	Сосна	1439	Люпин	341
	ЛСЛ	Люпин	1730	Сосна	776		ЛСЛ	Люпин	1730	Сосна	215
	ЛЛЛ	Люпин	838	Люпин	748		ЛЛЛ	Люпин	838	Люпин	222
				Сосна	177					Сосна	82
				Сосна	193					Сосна	94
				Люпин	122					Люпин	122
				Сосна	128					Сосна	54
				Сосна	193					Сосна	126
				Люпин	252					Люпин	202
				Люпин	296					Люпин	155
				Люпин	334					Люпин	187
				Сосна	74						
				Сосна	98						
				Люпин	177						
				Сосна	122						
				Сосна	179						
				Люпин	146						
				Люпин	150						
				Люпин	136						

пина значительно выше, чем у сосны. Особенно интенсивная передача отмечается у люпина в июле и августе. Активность передачи у люпина в это время в 3—5 раз выше, чем у сосны. В июне и сентябре активность передачи у сосны и люпина примерно одинаковая. Очевидно, различная интенсивность передачи меченого фосфора между сосной и люпином объясняется биологическими особенностями этих растений.

Из таблицы видно, что передача меченого фосфора из люпина в сосну во многих случаях протекает более активно, чем из сосны в сосну или из сосны в люпин. Следовательно, сосна при совместном произрастании с люпином может в большей степени подкармливаться фосфором из растений люпина, чем в чистых культурах. М. К. Домонтович и А. Г. Шестаков (1929) показали, что люпин способен не только извлекать  $P_2O_5$  для собственного питания, но также может во время своего роста на фосфорите обогащать субстрат растворимой фосфорной кислотой, доступной совместно произрастающим растениям, которые сами неспособны его усваивать из труднорастворимых соединений (фосфорит).

Из наших данных следует, что люпин выделяет в окружающую среду часть поглощенного фосфора, который используется сосной. За сравнительно небольшой срок (трое суток) радиоактивность соседних растений достигала 50% от радиоактивности подкормленного растения.

Таким образом люпин — выгодный компонент для сосны. Он может играть важную роль в ее корневом питании при совместном произрастании.

Интенсивность поглощения и передачи меченого фосфора в разные сроки вегетационного периода идет по-разному. Максимумы поглощения и передачи меченого фосфора от сосны к люпину и наоборот приходится на разное время. В периоды наиболее интенсивного поглощения фосфора сосной и люпином наблюдается снижение передачи его. Интересно отметить, что в период наибольшего выделения фосфора люпином (июль) наблюдается и интенсивное поглощение его сосной. Это свидетельствует о том,

что сосна при совместном произрастании с люпином может в некоторой мере питаться фосфором, а возможно, и другими элементами за счет корневых выделений люпина. Фосфорный обмен в растительном организме, как известно, тесно связан с углеводно-белковым обменом, так как за счет аккумулированной в фосфатных связях энергии протекает ряд процессов, в том числе синтез белков.

Аналогичные показатели о передаче меченого фосфора из растения в растение в чистых и смешанных культурах сосны и люпина получены при введении радиоактивного фосфора некорневым путем.

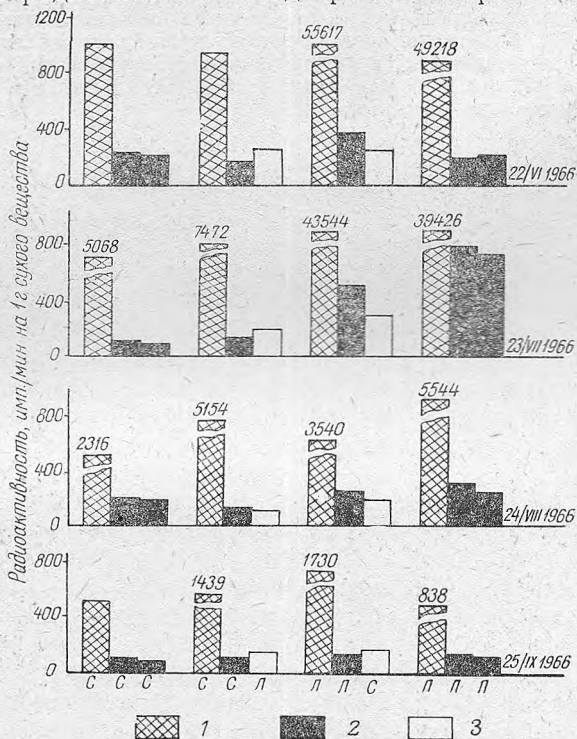


Рис. 1. Радиоактивность образцов: 1 — растений, через которые вводился  $P^{32}$ ; 2 — соседнего растения того же вида; 3 — соседнего растения другого вида.

### Выводы

1. Взаимное влияние сосны и люпина при их совместном произрастании в значительной степени может обуславливаться передвижением минеральных питательных веществ из люпина в сосну и наоборот.

2. Полученные данные о корневом питании люпина и сосны при их совместном произрастании должны учитываться при введении люпина в междурядья сосновых культур.